تعريف تكنولوجيا المرشح الرملى الديناميكي لتنقية المياه

- خلفية عامة عن المرشح الرملي الديناميكي

بدأ استخدام المرشح الرملي الديناميكي فى محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى منذ أواخر السبعينات ، وانتشر استخدامها حتى وصل عددها الآن لأكثر من ٣٠،٠٠٠ وحدة في أنحاء العالم يصاحبها عمليات تطوير مستمرة. وتوجد محطة مياه فى إدفو بمحافظة قنا وتعمل بهذا النظام منذ أكثر من ١٠ سنوات بكفاءة عالية.

تعتبرعملية الترشيح هي الخطوة الأكثر أهمية وفعالية في خطوات معالجة مياه الشرب. ومن خلال هذا المفهوم يأتي المرشح الرملي الديناميكي (الديناساند) ليلبى اشتراطات مياه الشرب مع إتاحة مميزات عديدة لمستخدميه مثل الوفر فى الطاقة والكيماويات المستخدمة وبساطة التشغيل مقارنة بالأنظمة الأخرى ، هذا بالإضافة لعدم الاحتياج لأعمال صيانة كثيرة حيث لايتطلب هذا النظام وجود صمامات أو أجزاء ميكانيكية متحركة بخلاف كباسات الهواء "Air Compressors" . ويعمل هذا المرشح بطريقة متواصلة دون الحاجة للتوقف لدواعي الغسيل حيث يتم غسيل وتنظيف الرمل المتحرك دائما داخل المرشح باستمرار أثناء عملية الترشيح.

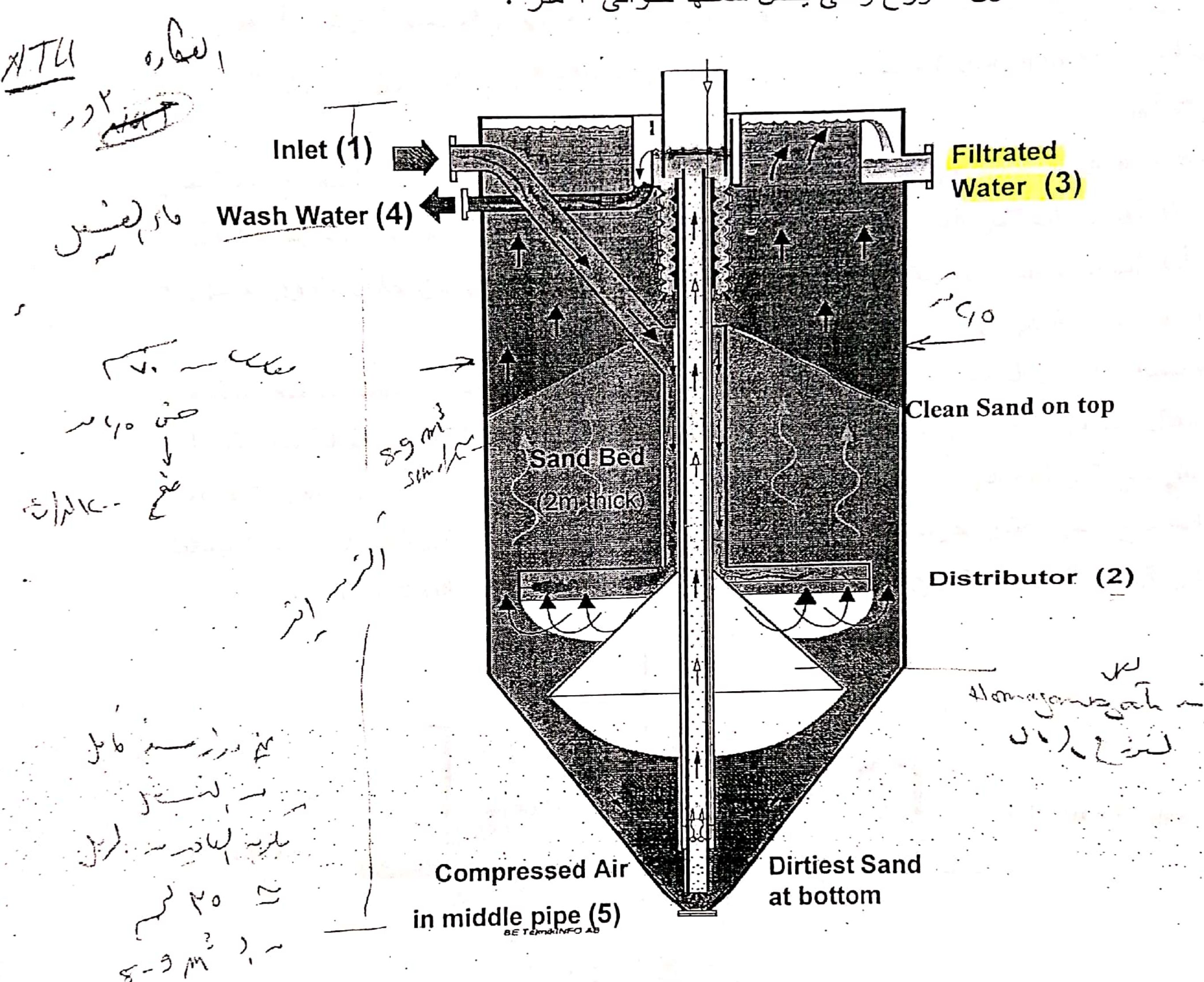
ويتمتع هذا النظام بكفاءة ترشيح عالية حتى في وجود ظروف تشغيل ذات أحمال عكارة مرتفعة ومتغيرة للمياه الخام ، ولذلك فإننا لانحتاج إلى عمليات ترسيب عند استخدام هذا النوع من المرشحات. وتعتبر هذه الكفاءة العالية ومايتبعها من وفر فى مساحة الأرض وتكاليف المنشآت المطلوبة بمحطات المياه من أهم مايميز المرشح الرملى الديناميكى .

١- وصف تكنولوجيا المرشح الديناميكي

كما سبق وذكرنا فإن معالجة مياه الشرب باستخدام المرشح الديناميكي لا تحتاج إلى عمليات ترسيب لأنه يتمتع بكفاءة ترشيح عالية . ويوضح الشكل التالى رسما عاما لوحدة الترشيح الأساسية فى نظام الترشيح الرملى الديناميكى (ديناساند - DynaSand) . ويتكون المرشح الرملى الديناميكى المقترح من عدة خلايا حيث تشمل كل خلية على عدد معين من هذه الوحدات – كما سيتضح فيما بعد.

١-١ كيفية عمل المرشح الرملى الديناميكى

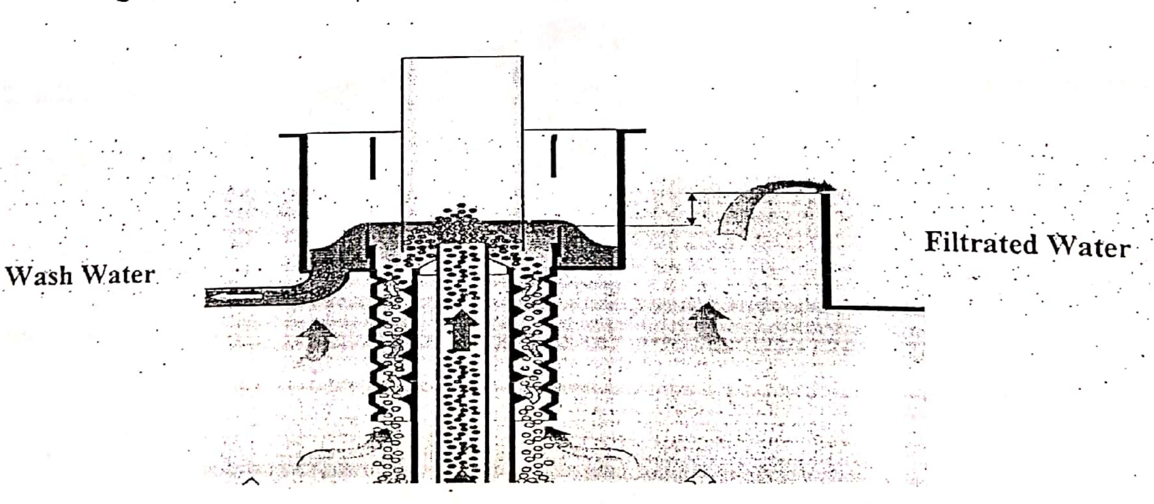
يعتمد المرشح الديناميكي على طريقة الترشيح الميكانيكى والتيار المعاكس أوالـ .... (Counter Flow Mechanical Filtration and Contact Coagulation). فكما يتضح من الشكل التالى تدخل المياه العكرة المخلوطة بالشبة من فتحة الدخول (رقم ١) لأسفل وتتجه للموزعات (رقم ٢) الموجودة تحت الرمل حيث تنطلق المياه من الفتحات لتتسرب لأعلى مخترقة الرمال الموجودة فوق الموزع والتى يصل سمكها لحوالى ٢ متر .



شكل (١) وحدة الترشيح الأساسية وكيفية عمل المرشح الرملى الديناميكي



- تتعلق المواد والأجسام الصلبة والشوائب بالرمال أثناء حركة المياه المختلطة بالشبة لأعلى حيث تخرج المياه المترشحة النظيفة من فتحة الخروج (رقم ٣) .
- ينتقل الرمل الذى علقت به العكارة أوالمواد والأجسام الصلبة إلى قاع المرشح (أسفل الموزعات) ويتم رفعه أو ضخه لأعلى داخل الماسورة الوسطى (بواسطة الهواء المضغوط [رقم ٥] من كباس الهواء Air-Compressor) حيث تبدأ هنا اول خطوة فى تنظيف الرمل عن طريق الخلخلة الناتجة من ضخ الهواء.
- بعدها يصل الرمل لأعلى حيث يسقط لأسفل بالجاذبية خلال مسار ضيق نسبيا ومتعرج مقابلا تيار مياه الغسيل المعاكس المتجه لأعلى والذي بدوره يقوم بعملية غسيل وتنظيف جميع حبيبات الرمل.
- أما المواد الصلبة والعوالق التي تم استخلاصها من الرمل فيتم صرفها من خلال ماسورة خروج مياه الغسيل (رقم ٤) .
- ويتساقط الرمل المغسول النظيف أعلى سطح طبقة الرمل الموجودة بالمرشح حيث تترشح المياه من خلال المرور دائما على طبقة من الرمال النظيفة المغسولة – وهذا يعلل أحد أهم أسباب كفاءة الترشيح المرتفعة التى تميز هذا النوع من المرشحات. وتظل حركة الرمال دائما لأسفل أثناء عمل المرشح على عكس حركة المياه المترشحة المتجهة لأعلى. *ويوضح الشكل رقم (٢)* كيفية تساقط الرمال فى المسار المتعرج مقابلا التيار المعاكس الذى يفصل الشوائب والمواد العالقة بالرمال.



شكل(٢) يوضح عملية غسيل رمال المرشح دون توقف أثناء عملية التنقية

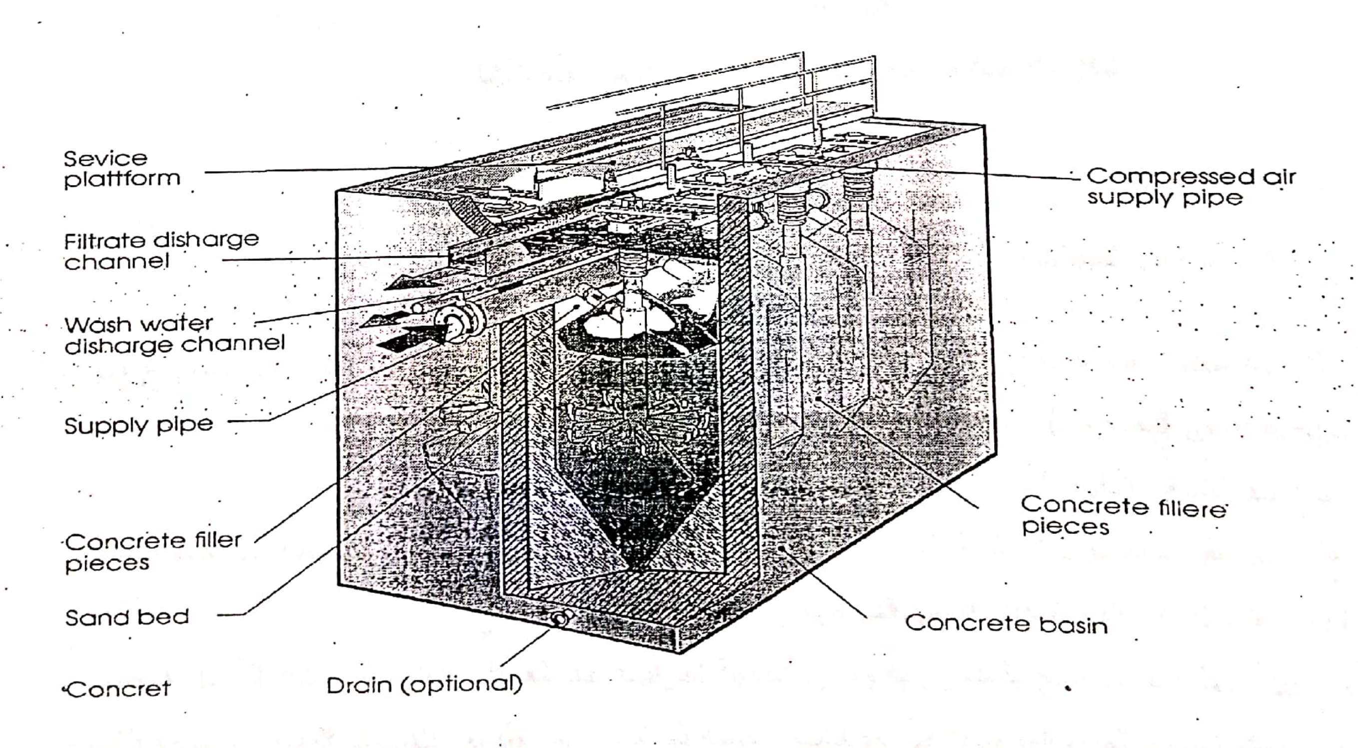


ومما هو جدير بالذكر فإنه يمكن تغيير معدل ضخ الهواء المضغوط وبالتالى حركة الرمال. بحيث يمكن التحكم فى سرعة دورة حركة الرمال داخل المرشح فى حدود من ٣ إلى ٦ مرات يوميا وفقا لحمل العكارة والمواد العالقة (suspended Solids) الموجود بالمياه الخام. ومن هنا يتضح عدم الحاجة لإيقاف عملية الترشيح لغسيل الرمال حيث أنه يتم غسلها باستمرار أثناء عمل المرشح.

١-٢ مكونات المرشح الرملي الديناميكي

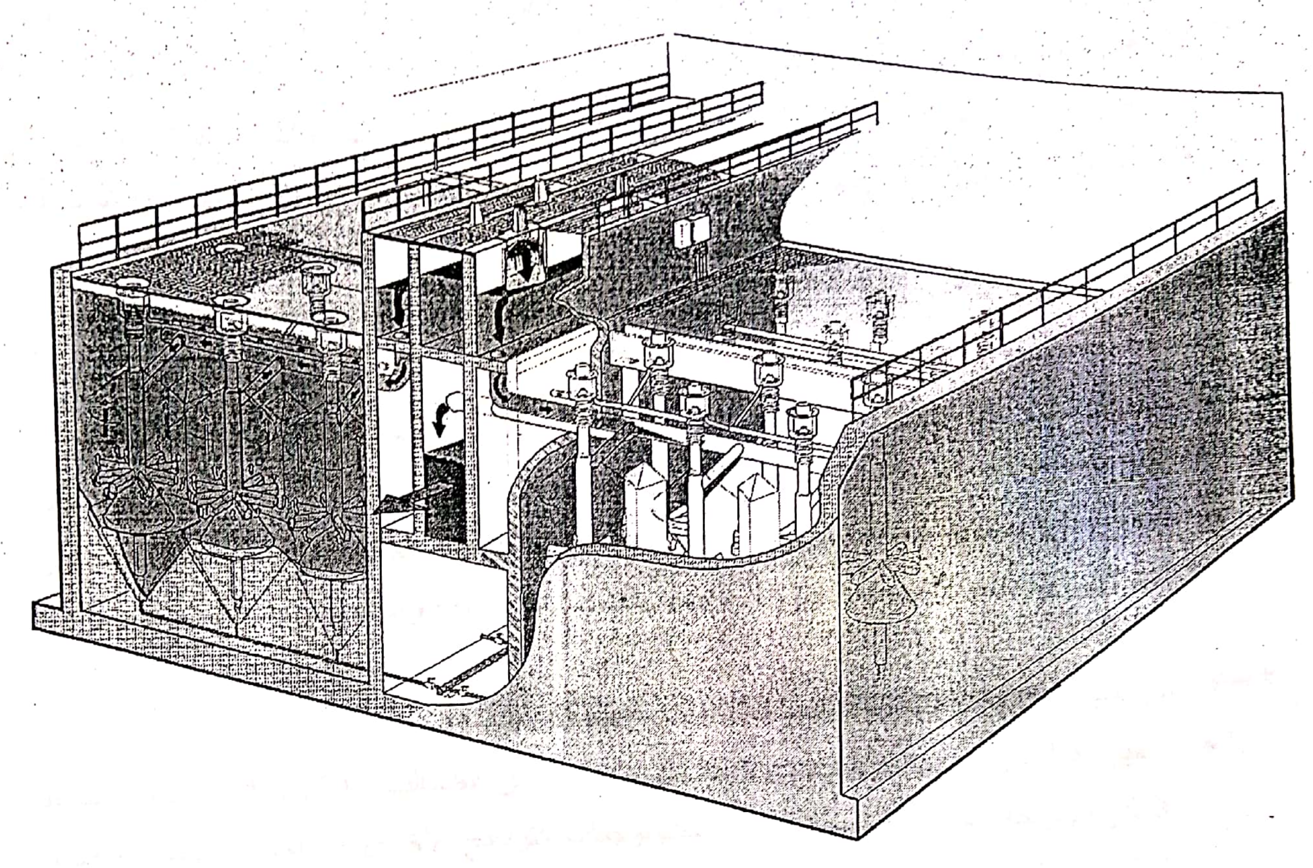
يتم بناء المرشح الرملى الديناميكى على هيئة خلايا من الخرسانة المسلحة تحتوى كل منها على عدد من وحدات الترشيح الأساسية ، ويتم التغذية بالمياه العكرة من خلال ماسورة مشتركة لكل خلية وكذلك الهواء المضغوط من خلال مصدر واحد لجميع وحدات الخلية ، كما تخرج المياه المرشحة من أعلى مرشحات الخلية من خلال مجرى مشترك. ويوضح الشكل رقم (٣-أ) خلية تتكون من ٨ وحدات أساسية ، بينما يوضح الشكل (٣-ب) مرشح يتكون من عدة خلايا.

ويمكن أن تصل سعة الوحدة الأساسية إلى ١٠٠٠ متر مكعب/يوم ، ومن ذلك يتم تحديد عدد الوحدات أو الخلايا المناظرة للسعة المطلوبة.



شكل (٣-أ) مرشح رملى ديناميكى يتكون من ٨ وحدات أساسية





شكل (٣-ب) مرشح رملى ديناميكى يتكون من عدة خلايا

١-٣ مراحل المعالجة باستخدام المرشح الديناميكي

أ- يتم سحب المياه العكرة من المأخذ وضخها بواسطة محطة طلمبات المياه العكرة إلى الموزع (مرورا بوحدة قياس التصرف) الذى يغذى المرشحات الرملية الديناميكية.

ب- يتم إضافة الكلور للمياه العكرة قبل دخولها للمرشحات (Pre-Chlorination) .

ج- يتم حقن محلول الشبة السائل في قناة الدخول مع مزجه بواسطة خلاط مروحي (Propeller Mixer) لتسهيل فصل الشوائب والمواد العالقة في المرشح.

د- تبدأ عمليات الترشيح باستمرارية ودون الحاجة للتوقف عند الغسيل حيث تتم عملية الغسيل داخليا.

هـ- يتم تجميع المياه المرشحة في خزانات أرضية ثم تضخ عن طريق طلمبات المياه المرشحة للشبكة.



٢- مميزات تكنولوجيا المرشح الرملي الديناميكي

٢-١ *من حيث كفاءة التنقية والتشغيل:*

تتميز هذه المرشحات بأنها ذات كفاءة تشغيل عالية وجودة ممتازة للمياه المنقاة حيث أنه:

- تتم عمليتي الترشيح والغسيل باستمرار في نفس الوقت دون الحاجة إلي توقف أحد المرشحات لإجراء الغسيل.
- يتم تنقية المياه العكرة بإزالة نسب مرتفعة من المواد العالقة بكفاءة عالية دون الحاجة إلى مروقات قبل المرشحات.
- لا تتأثر بالتغيرات الوقتية في محتويات المياه العكرة (تتحمل أحمال عالية من المواد العالقة).
- تستهلك المرشحات الرملية الديناميكية حوالي ٦-٨ % كمياه غسيل من إجمالي تصرف المحطة وتتوقف عل كمية وطبيعة المواد العالقة بالمياه العكرة. ويمكن تخفيضها إلى ١% فقط من إجمالى التصرف باستخدام وحدة إضافية بسيطة لتركيز الروبة وإعادتها إلى مدخل المحطة.

٢-٢ *من حيث استيفاء الأشتراطات والمواصفات الصحية :*

- يتميز هذا النوع من المرشحات بقدرته على التخلص من الطحالب والبكتريا الموجودة بالمياه العكرة بدرجة عالية وملحوظة مقارنة بتكنولوجيات الترشيح الأخرى - وتقترب نسبة إزالة البكتريا والطحالب كثيرا من ١٠٠% حيث أن حركة الرمل المستمرة وطريقة الغسيل الفعالة فى المجرى الضيق المتعرج فى عكس اتجاه سريان المياه لاتسمح بتوافر اى وسط ملائم لنمو الطحالب أو البكتريا. ولذلك فإن المرشح الرملي الديناميكي معتمد من الأتحاد الأوروبى كنظام ترشيح مستوفى لجميع الشروط الصحية المطلوبة لمياه الشرب (Hygenic Barier) .
- ومما هو جدير بالذكر أن السطح العلوى للمرشح مُغطى تماما. مما يعنى أن المياه التى سيتم ترشيحها تصبح آمنة وغير معرضة لأى أتربة أو ملوثات فى الهواء بمجرد بدء عملية الترشيح بعد إعطاء جرعة الكلور المبدئية ، وهذا يوفر حماية تامة للمياه خلال عملية المعالجة.

٢-٣ *من حيث التصميم والمكونات:*

- لا تستخدم طلمبات غسيل للمرشحات ولا تحتاج إلى خزان لمياه الغسيل.
- لا توجد ثقوب بقاع الفلتر والتي عادة ما تنسدد في أنواع الفلاتر المختلفة.
- لا توجد بها أجزاء متحركة.
- لا يحتاج إلى خزانات الخلط السريع.

- لا تحتاج لإستبدال الرمال قبل فترة تشغيل حوالي ٢٥ سنة على الأقل حيث لاتوجد عمليات تؤدى لأى تآكل أو تغيّرات لشكل حبيبات الرمل ، وذلك من واقع الخبرة العملية في المحطات التي تستخدم هذه المرشحات منذ فترات طويلة.
- تستهلك كميات ضئيلة جدا من الرمال لتعويض الفاقد أثناء عمليات الغسيل. حيث تقدر كمية الرمال الإجمالية المطلوبة سنويا لتعويض الفواقد من الرمال فى مرشح سعته ١٠٠,٠٠٠ متر مكعب/يوم بحوالى ٢,٥٠ إلى ٣,٠٠ متر مكعب والتي تحتوى على حجم رمال إجمالي ١٩٥٠ متر مكعب – أي أن نسبة رمل التعويض السنوي تقل عن ١,٥ في الألف من الكمية الإجمالية.

٢–٤ *من حيث تكلفة التشغيل:*

- بالنسبة للطاقة الكهربية فإن ترشيح المتر المكعب الواحد من المياه يستهلك حوالي ٠,٠١٥ كيلووات ساعة .
- يؤدى التصميم الهيدروليكي المتميز لهذا النظام إلى توفير ملحوظ في استهلاك الطاقة الكهربية لطلمبات المأخذ. حيث أن الرفع الأستاتيكى يقل بحوالى ٢ متر عن نظيره في حالة استخدام أنظمة التنقية التقليدية.
- يؤدى هذا النظام إلى توفير حوالي ٢٠% – ٢٥% من كمية الشبة المستخدمة في نظم المعالجة التقليدية، حيث تلزم إضافة جرعة مقدارها ١٢ – ١٥ جرام/متر مكعب على هيئة ٢٥– ٣٠ ميللى لتر شبة سائلة بتركيز ٥٠% للمتر المكعب من المياه المرشحة.
- يؤدى هذا النظام إلى توفير حوالي ٦٠% من أعمال الصيانة وقطع الغيار والزيوت والشحوم.

حيث لاتوجد أى أجزاء أو معدات متحركة أو صمامات بالمرشح [هذا النظام يحتاج إلى كباس هواء عادى (air compressor) وطلمبة حقن الشبة (Alum. Dozing Pump) وكلاهما فى غرفة منفصلة عن الوسط الترشيحي وسهل الصيانة وعادة ماتوجد وحدة احتياطية لكل منهما].

- يؤدى هذا النظام إلى توفير حوالي ٥٠% في العمالة (تشغيل – صيانة – نظافة ....الخ).

٢–٥ *من حيث سهولة وبساطة التحكم والتشغيل:*

يتميز هذا النظام المقترح بنظام تحكم بسيط لتشغيل المرشحات لضمان جودة المياه المنقاة وذلك عن طريق تغيير معدل غسيل الرمل بالتحكم في تصرف الهواء إلى طلمبة ضخ الهواء Air Lift Pump أو بتغيير جرعة الشبة. كما أنه من المعتاد أن يعمل هذا النظام بصفة مستمرة ولفترات طويلة جدا بدون أى توقف بعد عمليات الضبط والتركيب الأولية ، وذلك نظرا لعدم وجود أى



أجزاء تحتاج صيانة معينة وبالتالى عدم تواجد أعطال ميكانيكية (الأجزاء المتحركة هى كباس الهواء "Compressor" وطلمبة حقن الشبة وكلاهما خارج وسط المرشح) .

٢-٦ من حيث تكلفة الإنشاء:

- يوفر هذا النظام جزءا كبيرا من الأعمال المدنية (أحواض الترويق والترسيب وخزان مياه الغسيل والطرق ..... إلخ)

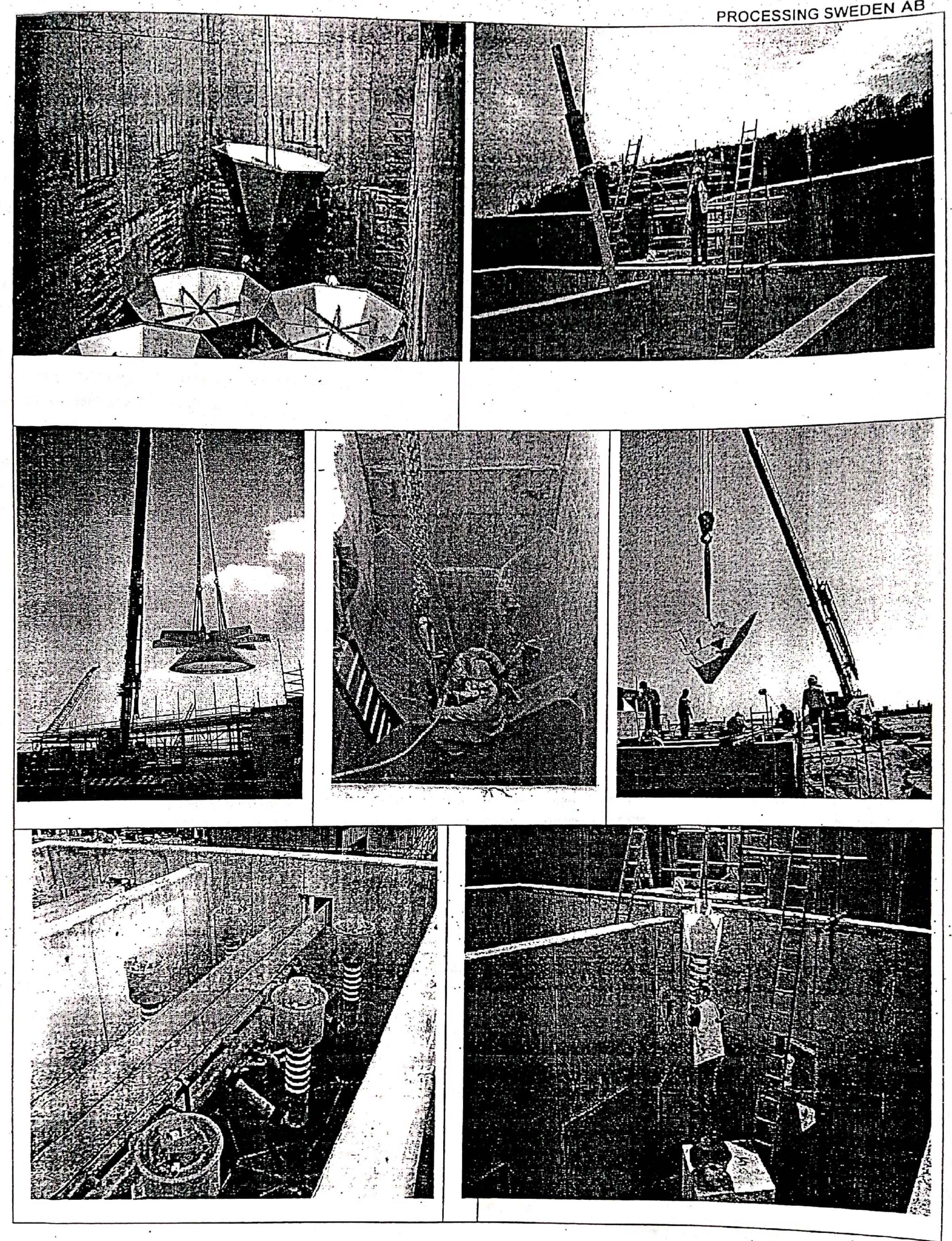
يوفر هذا النظام جزءا كبيرا من المعدات (طلمبات ومحابس الغسيل ، معدات خزانات الترويق والترسيب بالإضافة للمعدات الكهربائية اللازمة لها).

٢-٧ من حيث إمكانية تصنيع المعدات محلياً:

يتميز هذا النظام بإمكانية **تصنيع معظم مكوناته محلياً** حيث تقدر نسبة المعدات الميكانيكية والكهربائية الممكن تصنيعها أو توريدها محلياً بما لا يقل عن ٦٠ % من معدات المحطة .

٢-٨ من حيث المساحة اللازمة وزمن الإنشاء:

- توفر المرشحات التي تستخدم هذا النظام نسبة كبيرة من المساحة تصل إلي حوالي ٥٠ % مقارنة بالمرشحات التقليدية حيث يحتاج ترشيح المتر المكعب من المياه لمساحة تقل عن ٠,٠٢ متر مربع شاملة مباني المرشحات وما حولها من طرق، وفى حالة إضافة جميع الأعمال والمنشآت المشتركة الأخرى كالخزان الأرضي ومبنى الكلور ومحطة ضخ المياه المرشحة وباقي الطرق فتصل المساحة اللازمة لترشيح وتعقيم ورفع المتر المكعب باستخدام المرشحات الديناميكية إلى ٠,٠٤٥ متر مربع.
- كما أن طبيعة هذا النظام الذى يتكون من وحدات وخلايا متكررة يوفر مرونة عالية فى التحكم والمناورة في شكل ومساحة الترشيح المطلوبة لكى تتناسب مع المساحة المتاحة.
- هذا بالإضافة إلى أن فترة إنشاء هذا النوع من المرشحات قصيرة نسبيا حيث توجد أجزاء كثيرة يتم تصنيعها وتركيبها من وحدات خرسانية سابقة التجهيز وتوضح الصور المبينة بالشكل رقم (٤) بساطة وسهولة عمليات الإنشاء والتركيب .



شكل رقم (٤) صور مختلفة أثناء مراحل الإنشاء والتركيب للمرشح الرملى الديناميكى (ديناساند – DynaSand)



Contact Filtration using DynaSand Continuous Filtration

Conventional theory has taught us that the chemical treatment of water requires four basic steps;

- the addition of chemicals,
- rapid mixing and coagulation,
- flocculation and
- floc separation

And conventional practice has demonstrated that to achieve chemical treatment with the above steps requires a basic set of equipment;

- rapid mixing tanks,
- flocculation tanks,
- settling tanks/clarifiers and
- most often, sand filtration

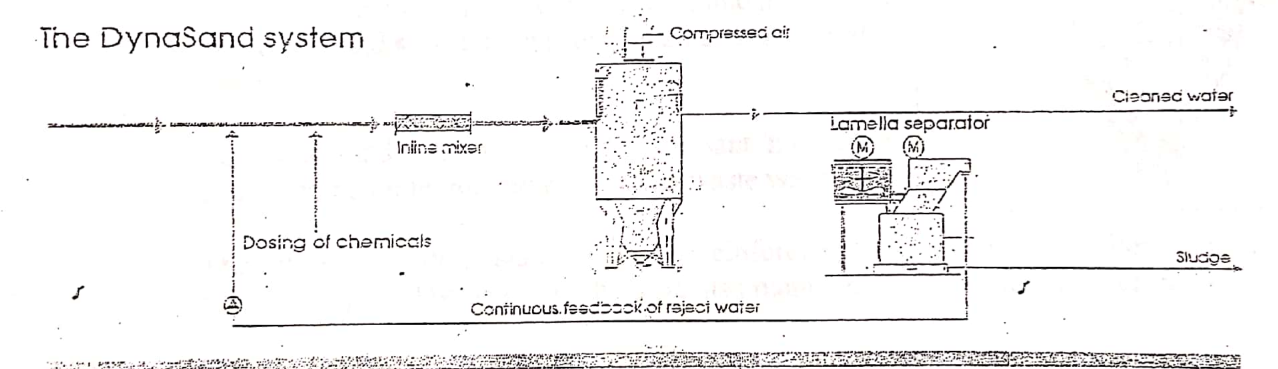
The DynaSand Continuous Sand Filter makes it possible to carry out coagulation, flocculation and separation directly in the filter bed while maintaining a high quality effluent. By eliminating the flocculation, settling and backwash water tanks the amount of equipment can be reduced by as much as 85%.

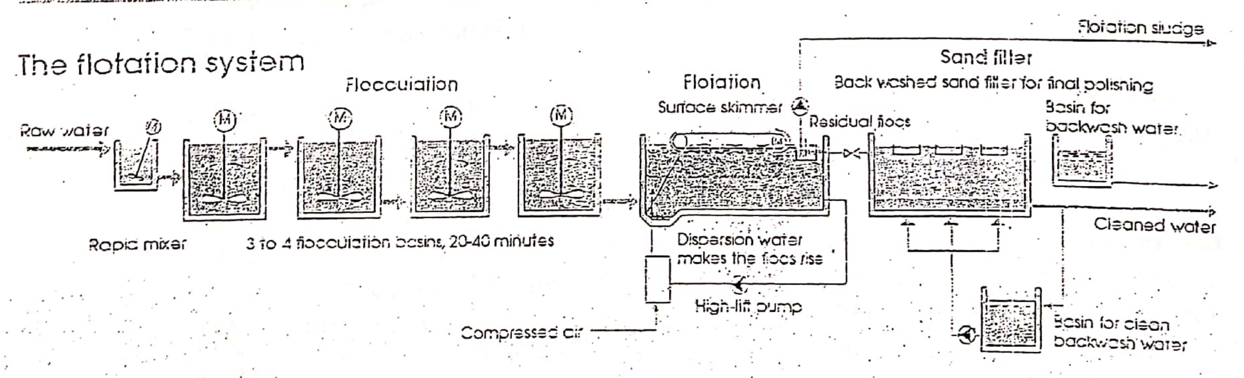
The chemicals are injected into the feed pipe ahead of the filter and subjected to thorough mixing usually through a static mixer in the line. The DynaSand Filter works effectively for coagulation, flocculation and separation by;

- Allowing frequent collisions of the microflocs
- Separated floc help to create a tight, efficient sand
- bed allowing for,
- Separation of smaller floc than can be achieved in
- a sedimentation tank

Typical results after contact filtration of surface water in the DynaSand:

Color	<5 mg/l Pt
Turbidity	~0.3 FTU
COD_{MN}	~2.5 mg/l

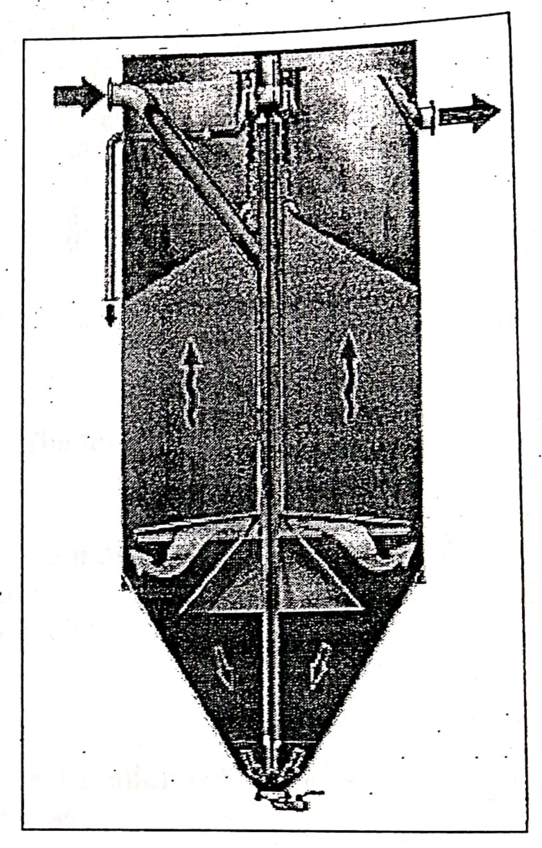






DynaSand® - filters for continuous filtration

1. Functions



The DynaSand® filter is an economical system for the effective purification of water and waste water.
The DynaSand® filter is a continuous sand filter which does not have to be stopped for backwashing.
The water to be filtered is fed to the DynaSand® filter via a supply pipe and an inlet distributor. The water is purified by the upward flow in the filterbed. Impurities are retained in the layer of sand. The filtered water exits the filter via a filtrate overflow.

A centric air-lift pump integrated in the inlet pipe transports the soiled sand from the cone up to the sand washer. The soiled sand is washed by a minimal partial flow of the filtrate in the sand washer. Sand purified in this way flows back to the filterbed. The waste water created by rinsing the sand flows continuously out of the DynaSand® filter via the rinsing waste water outflow.

The DynaSand® filter guarantees constant high filter quality and simple treatment of rinsing waste water.

The filters are made of stainless steel or reinforced plastic with various filter areas and filterbed depths. DynaSand® filters are also manufactured as concrete filter units.

2 Construction
2.1 Container construction

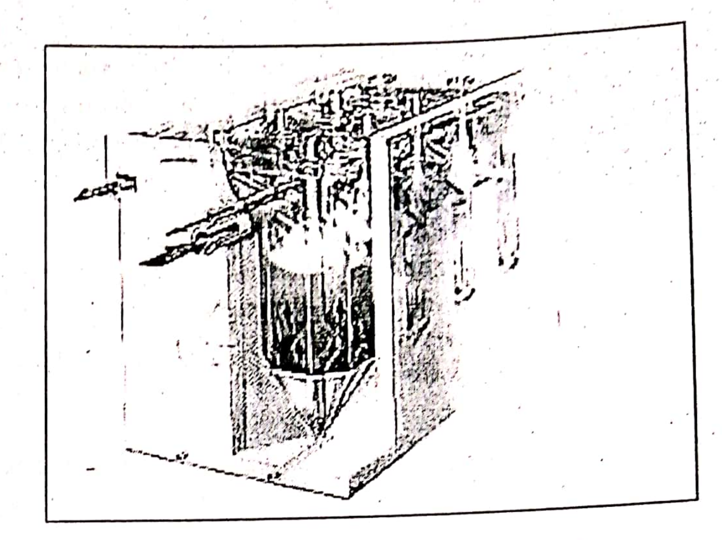
The DynaSand® filter is a compact filter without moving parts. No rinsing water supply tanks, sludge water tanks, rinsing pumps or automatic backwashing systems are required.

The standard DynaSand® filter system consists of a cylindrical filter container with a conical lower section. The inlet pipe, distributor, air-lift pump and the sand washer are built into the container as standard. A DynaSand® filter plant consists of a number of parallel filter units which match with the capacity required. The filter units are connected via an array of pipes to distribute the inflowing water, and to drain the filtrate and the rinsing waste water.

The filters are made of stainless steel or reinforced plastic with various filter areas and filterbed depths. DynaSand® filters are also available as concrete filter units.

2.2 Concrete construction

DynaSand® filter plants with high throughput quantities are generally made of concrete. In this type of construction, several filter units are integrated in a single concrete tank and form a connected filterbed. Stainless steel cones attached to the floor of the tank ensure that the sand bed is distributed evenly. DynaSand® concrete filter plants can be designed for filters of any surface area required.



3 Processes / applications

The DynaSand® filter is suitable for many applications. The three principal applications are:

- Transformation of untreated water into drinking and industrial water
- Treatment of municipal and industrial waste water
- Treatment of circulated water in cooling water circuits

3.1 Mechanical filtration

The simplest form of filtration is mechanical filtration, i.e. filtration without filter aids. They retain suspended filterable matter and are used as

- filter steps after final sedimentation tank for retaining floating sludge flocks (e.g. bulking sludge or scum)
- filter steps after industrial waste water treatment (e.g. neutralisation) for retaining floating metal hydroxide flocks
- partial flow filtration in cooling water circuits
- filter steps in steel and rolling mills for precipitating coarse and fine scale in water circuits

Due to the continuous operation of DynaSand® filters, the filter can cope with fluids with a high ratio of solids.

3.2 Flocculation filtration

Flocculation filtration is characterised by the addition of precipitants (e.g. $FeCl_3$ solution) to the supply pipeline of the filter to flocculate the matter in the filterbed, which retains primarily colloidal, organic and inorganic compounds and coarse,

difficult to filter particles. Real dissolved water contaminants (e.g. orthophosphate) are also precipitated and retained.

Flocculation filtration is primarily used when

- treating surface water to create drinking and industrial water
- eliminating phosphor in municipal sewage treatment plants; phosphor concentrations < 0,1 mg/l are reached in the outlet of the DynaSand® filter

3.3 Biologically activated filtration

The filter material in the DynaSand® filter is especially suitable as a carrier for a biofilm. The filterbed can be used to degrade BOD/COD and for nitrogen reduction by colonising micro-organisms. This is a significant development which offers new areas of application for the purification of waste water.

The DynaSand® -Oxy and DynaSand® -Deni systems work according to the same continuous process principle as the tried and trusted DynaSand filter.

Advantages of DynaSand® filters

- over 30,000 filters installed worldwide
- continuous operation
- no automatic backwashing system required
- no rinsing water tank required
- no moving parts in the filter
- low power costs
- high concentrations of solids possible
- option to implement biofiltration with high degradation rates
- possibility to adapt the construction as required
- modular construction